

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-188113

(43)公開日 平成11年(1999)7月13日

(51)Int.Cl.⁶

A 6 1 N 1/378

識別記号

F I

A 6 1 N 1/378

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-359519

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(71)出願人 396020800

科学技術振興事業団
埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71)出願人 000194860

星宮 望
宮城県仙台市若林区南小泉2丁目2番15号

(71)出願人 592126555

半田 康延
宮城県仙台市泉区高森6丁目37の8

(74)代理人 弁理士 若林 忠

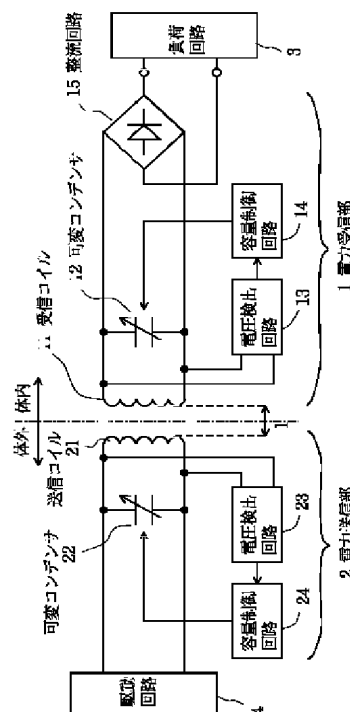
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力伝送システムおよび電力伝送方法ならびにその電力伝送システムを備えた電気刺激装置

(57)【要約】

【課題】送受コイルの距離が変動しても、コイルの共振状態がくずれることがなく、安定した電力伝送を行うことができるようにする。

【解決手段】皮膚を挟んで対向配置された送信コイル21、受信コイル11と、送信コイル21と接続されて共振回路を構成する可変コンデンサ22と、受信コイル11と接続されて共振回路を構成する可変コンデンサ12と、送信コイル21、受信コイル11における電圧レベルをそれぞれ検出する電圧検出回路23、13と、電圧検出回路23にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように可変コンデンサ22の容量を可変する容量制御回路24と、電圧検出回路13にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように可変コンデンサ12の容量を可変する容量制御回路14とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向配置された1対の電力供給コイルを備え、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力が誘導的に伝送される電力伝送システムにおいて、前記送信コイルと接続されて共振回路を構成する第1の可変コンデンサと、前記受信コイルと接続されて共振回路を構成する第2の可変コンデンサと、前記送信コイルにおける電圧レベルを検出する第1の電圧検出手段と、前記受信コイルにおける電圧レベルを検出する第2の電圧検出手段と、前記第1の電圧検出手段にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記第1の可変コンデンサの容量を可変する第1の容量制御手段と、前記第2の電圧検出手段にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記第2の可変コンデンサの容量を可変する第2の容量制御手段と、を有することを特徴とする電力伝送システム。

【請求項2】 請求項1に記載の電力伝送システムにおいて、前記第1の容量制御手段が、電力搬送波の周波数で前記送信コイルおよび第1の可変コンデンサからなる共振回路が共振するように制御し、前記第2の容量制御手段が、電力搬送波の周波数で前記受信コイルおよび第2の可変コンデンサからなる共振回路が共振するように制御することを特徴とする電力伝送システム。

【請求項3】 対向配置された1対の電力供給コイルを備え、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力が誘導的に伝送される電力伝送システムにおいて、前記送信コイルと接続されて共振回路を構成する第1の可変コンデンサと、前記受信コイルと接続されて共振回路を構成する第2の可変コンデンサと、前記受信コイルにおける電圧レベルを検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記第1および第2の可変コンデンサの容量をそれぞれ可変する容量制御手段と、を有することを特徴とする電力伝送システム。

【請求項4】 請求項3に記載の電力伝送システムにおいて、前記電力供給コイル対とは異なる、対向配置された送信コイルおよび受信コイルと、前記送信コイルと接続されて第1の共振回路を構成する第1のコンデンサと、

前記受信コイルと接続されて第2の共振回路を構成する第2のコンデンサと、

前記容量制御手段から出力される制御信号を入力とし、該入力信号を前記第1の共振回路へ供給する信号送信手段と、

前記第2の共振回路を介して受信される前記制御信号を入力とし、該入力制御信号を前記第1の可変コンデンサへ出力する信号受信手段と、をさらに有することを特徴とする電力伝送システム。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の電力伝送システムを備える電気刺激装置であって、前記受信コイルとともに体内に埋め込まれ、該受信コイルを介して電力供給を受けて生体の麻痺した部分を電気的に刺激する刺激手段と、前記送信コイルに接続され、体外から前記刺激手段に電力を供給して刺激動作を制御する制御手段と、を有することを特徴とする電気刺激装置。

【請求項6】 対向配置された1対の電力供給コイル間で、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力を誘導的に伝送する電力伝送方法において、前記送信コイルおよび受信コイルにおける電圧レベルをそれぞれ検出し、それぞれの検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記送信コイルおよび受信コイルの共振状態を制御することを特徴とする電力伝送方法。

【請求項7】 対向配置された1対の電力供給コイル間で、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力を誘導的に伝送する電力伝送方法において、前記受信コイルにおける電圧レベルを検出し、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記送信コイルおよび受信コイルの共振状態を制御することを特徴とする電力伝送方法。

【請求項8】 請求項6または請求項7に記載の電力伝送方法において、電力搬送波の周波数で前記送信コイルおよび受信コイルが共振するように制御することを特徴とする電力伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対向配置された1対の電力供給コイルを用いて、両コイル間で電気エネルギーを伝送する電力伝送システムおよび電力伝送方法に関する。より具体的には、種々の生体機能の外的制御を行う装置、例えば脳卒中や脊髄損傷等、中枢性神経障害で麻痺した生体の機能を電氣的刺激で治療、再建する電気刺激装置などに適用される電力伝送システムおよび電力伝送方法に関する。ここでいう電力伝送とは、電力の伝送だけでなく制御信号などの伝送を含む。

【0002】

【従来の技術】麻痺した身体の機能を電氣的刺激で治療、再建する電気刺激装置は、基本的には、体内に埋め

込まれて生体の麻痺した部分を電氣的に刺激する刺激装置と、体外に配置され、体内に埋め込まれた刺激装置に電力や信号を伝送して駆動する装置本体とから構成される。このような電気刺激装置において、装置本体側から体内に埋め込まれた刺激装置に電力や信号を伝送する電力伝送システムとしては、皮膚を挟んで対向配置された電力供給コイル対（例えば、空芯コイルや磁芯コイルなどにより構成される）を用い、体外の電力供給コイルから体内の電力供給コイルへ電力や信号を伝送することにより、体内に埋め込まれた刺激装置に電力や信号を伝送するようにしたものが知られている。その一例として、例えば特開平5-317434号公報には、非接触型電力供給コイルを備えたものが開示されている。

【0003】上記公報に開示されたシステムは、電気刺激装置とともに体内に完全に埋め込まれる第1の電力供給コイルと、その第1の電力供給コイルと皮膚を介して平行に対向配置される第2の電力供給コイルとを備えており、体外に置かれた第2の電力供給コイルに高周波電力を供給することにより、その供給された高周波電力が体内の第1の電力供給コイルへ誘導的に伝送され、第1の電力供給コイルで所望の周波数に変換されるようになっている。

【0004】この他、特開平4-285436号公報には、外部の送出コイルから、植え込まれた容量性要素に接続されているターゲットコイルへ電力を誘導的に伝送するシステムで、両コイル間の共振結合を維持できるようにしたものが開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したような、対向配置された1対の電力供給コイル間で電力伝送が行われる電力伝送システムにおいては、両コイルを共振状態として電力伝送が誘導的に行われる。しかしながら、このような従来のシステムでは、送受側のコイルの共振パラメータは固定で一定とされるため、例えば両コイル間の距離が変わったり、あるいはコイルが横ずれしたりすると、両コイルの相互インダクタンスが変化してしまい、コイルの共振状態がくずれてしまう。この結果、受信側コイルにおける受信電圧が低くなり、受信コイルに接続された刺激装置などの負荷回路が動作しなくなるという問題が生じる。

【0006】本発明の目的は、送受コイルの距離が変動しても、コイルの共振状態がくずれることがなく、安定した電力伝送を行うことができる電力伝送システムおよび電力伝送方法を提供することにある。さらには、その電力伝送システムを備えた電気刺激装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の電力伝送システムは、対向配置された1対の電力供給コイルを備え、一方を送信コイル、他

方を受信コイルとして電力が誘導的に伝送される電力伝送システムにおいて、前記送信コイルと接続されて共振回路を構成する第1の可変コンデンサと、前記受信コイルと接続されて共振回路を構成する第2の可変コンデンサと、前記送信コイルにおける電圧レベルを検出する第1の電圧検出手段と、前記受信コイルにおける電圧レベルを検出する第2の電圧検出手段と、前記第1の電圧検出手段にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記第1の可変コンデンサの容量を可変する第1の容量制御手段と、前記第2の電圧検出手段にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記第2の可変コンデンサの容量を可変する第2の容量制御手段と、を有することを特徴とする。

【0008】本発明の第2の電力伝送システムは、対向配置された1対の電力供給コイルを備え、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力が誘導的に伝送される電力伝送システムにおいて、前記送信コイルと接続されて共振回路を構成する第1の可変コンデンサと、前記受信コイルと接続されて共振回路を構成する第2の可変コンデンサと、前記受信コイルにおける電圧レベルを検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記第1および第2の可変コンデンサの容量をそれぞれ可変する容量制御手段と、を有することを特徴とする。

【0009】上記の場合、前記電力供給コイル対とは異なる、対向配置された送信コイルおよび受信コイルと、前記送信コイルと接続されて第1の共振回路を構成する第1のコンデンサと、前記受信コイルと接続されて第2の共振回路を構成する第2のコンデンサと、前記容量制御手段から出力される制御信号を入力とし、該入力信号を前記第1の共振回路へ供給する信号送信手段と、前記第2の共振回路を介して受信される前記制御信号を入力とし、該入力制御信号を前記第1の可変コンデンサへ出力する信号受信手段と、をさらに有するものとしてもよい。

【0010】本発明の電気刺激装置は、上述のいずれかの電力伝送システムを備える電気刺激装置であって、前記受信コイルとともに体内に埋め込まれ、該受信コイルを介して電力供給を受けて生体の麻痺した部分を電氣的に刺激する刺激手段と、前記送信コイルに接続され、体外から前記刺激手段に電力を供給して刺激動作を制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

【0011】本発明の第1の電力伝送方法は、対向配置された1対の電力供給コイル間で、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力を誘導的に伝送する電力伝送方法において、前記送信コイルおよび受信コイルにおける電圧レベルをそれぞれ検出し、それぞれの検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記送信コイルおよび

受信コイルの共振状態を制御することを特徴とする。

【0012】本発明の第2の電力伝送方法は、対向配置された1対の電力供給コイル間で、一方を送信コイル、他方を受信コイルとして電力を誘導的に伝送する電力伝送方法において、前記受信コイルにおける電圧レベルを検出し、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように前記送信コイルおよび受信コイルの共振状態を制御することを特徴とする。

【0013】(作用)本発明によれば、送信コイルと第1の可変コンデンサにより共振回路が構成され、受信コイルと第2の可変コンデンサにより共振回路が構成されており、各共振回路の共振周波数はそれぞれの可変コンデンサの容量を可変することにより制御可能になっている。したがって、例えば送受コイル間の距離が変動して、送受コイルの相互インダクタンスが変化しても、その変化に応じて各共振回路の共振状態を制御することができ、送受コイル間における電力伝送を常に最適な状態で行うことができる。

【0014】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0015】(実施形態1)図1は、本発明の第1の実施形態の電力伝送システムの概略構成を示すブロック図である。この電力伝送システムは、生体の機能を電氣的刺激で治療、再建する電気刺激装置に適用されるもので、生体の麻痺した部分を電氣的に刺激する負荷回路3(刺激装置)が接続され、該負荷回路3とともに体内に埋め込まれる電力受信部1と、体内に埋め込まれた負荷回路3に電力や信号を伝送して刺激動作を制御する駆動回路4(装置本体)が接続され、該駆動回路4とともに体外に設置される電力送信部2とを有する。

【0016】電力受信部1は、体外から供給される電力を受信するための受信コイル11とこれに並列に接続された可変コンデンサ12とからなるLC回路(共振回路)と、受信コイル11にて受信される電圧レベルを検出する電圧検出回路13と、該電圧検出回路13にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように可変コンデンサ12の容量を可変する容量制御回路14と、受信コイル11にて受信される電圧を交流から直流に整流する整流回路15とを有する。

【0017】電力送信部2は、体内に埋め込まれた受信コイル11と平行に対向して配置され、該受信コイル11へ誘導的に電力を伝送する送信コイル21とこれに並列に接続された可変コンデンサ22とからなるLC回路(共振回路)と、送信コイル21にて伝送される電圧レベルを検出する電圧検出回路23と、該電圧検出回路23にて検出された電圧レベルを入力とし、該検出電圧レベルが常に最高値をとるように可変コンデンサ22の容量を可変する容量制御回路24とを有する。

【0018】送受信コイル11, 21は、両コイル間で誘導的に電力伝送が可能であればどのようなものを用いてもよく、例えば空芯コイル、磁芯コイルなど種々のコイルを使用することができる。

【0019】上述のように構成された電力伝送システムでは、駆動回路4から負荷回路3を駆動するための電力が電力送信部2の送信コイル21に供給されると、送信コイル21から電力受信部1の受信コイル11に誘導的に電力が伝送される。このとき、電力搬送波の周波数に電力受信部1および電力送信部2の各共振回路が共振した状態になっていれば、駆動回路4から供給される電力のほとんどが負荷回路3にて使用され、共振していない場合には、電力受信部1の受信コイル11とこれに接続された各回路(電圧レギュレータ)で浪費される。受信コイル11にて受信された電力は整流回路15を介して負荷回路3へ供給される。

【0020】いま、電力搬送波の周波数に電力受信部1および電力送信部2の各共振回路が共振した状態で電力伝送が行われている状態とする。ここで、送信コイル21と受信コイル11間の距離1が変化すると、これら送受コイルの相互インダクタンスが変化し、これにより共振パラメータも変化する。共振パラメータが変化すると、電力搬送波の電圧レベルが小さくなり、この電圧レベルの変化が電力受信部1および電力送信部2の各電圧検出回路13, 23で検出される。

【0021】電圧レベルが低下すると、容量制御回路14は、電圧検出回路13の出力を基に、その検出電圧レベルが最高値になるように可変コンデンサ12の容量を可変する。同様に、容量制御回路24は、電圧検出回路23の出力を基に、その検出電圧レベルが最高値になるように可変コンデンサ22の容量を可変する。これにより、送受コイルの相互インダクタンスが変化しても、常に電力搬送波の周波数に共振した状態で電力伝送を行うことができる。

【0022】以上のように、本実施形態の電力伝送システムでは、送信電圧、受信電圧の検出をそれぞれ送信部、受信部個々に設けられた電圧検出部で行い、送信部、受信部の個々の共振回路のコンデンサの容量を共振状態を維持するように自動的に補正するようになっているので、最適の状態で電力伝送が行われる。

【0023】なお、以上の説明では、生体機能の外的制御を行う装置に適用される例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、対向配置された1対の電力供給コイルを用いて、電気エネルギーを誘導的に伝送することにより電力供給を行うことが可能な装置であればどのようなものにも適用可能である。

【0024】(実施形態2)上述した第1の実施形態では、送信部、受信部個々に独立して送受コイルの共振状態を制御するようになっているが、受信コイルの電圧レベルを検出して、その検出結果に基づいて送受コイルの

共振状態を制御することもできる。

【0025】図2は、本発明の第2の実施形態の電力伝送システムの概略構成を示すブロック図である。同図中、図1に示した第1の実施形態の構成と同じ構成には同じ符号を付してある。

【0026】本形態の電力伝送システムは、上述の第1の実施形態の電力送信部2側の電圧検出回路23および容量制御回路24を取り除き、電力受信部1側の容量制御回路14が電圧検出回路13にて検出された電圧レベルに基づいて、可変コンデンサ12、22の容量をそれぞれ制御するようになっている。そのための構成として、電力受信部1側に、送信コイル17とコンデンサ18からなる共振回路と、該共振回路に容量制御回路14から送出された制御信号をフィードバック信号（電力送信部2側の可変コンデンサ22の容量を制御するための制御信号）として供給するフィードバック信号送信回路19とを備え、電力送信2側に、送信コイル17に平行に対向して配置された受信コイル27とコンデンサ28からなる共振回路と、受信コイル27を介して受信される容量制御回路14から送出されたフィードバック信号を受け、該受信信号を制御信号として可変コンデンサ22へ出力するフィードバック信号受信回路29とを備える。

【0027】上述のように構成された電力伝送システムでは、第1の実施形態の場合と同様に、駆動回路4から負荷回路3を駆動するための電力が電力送信部2の送信コイル21に供給されると、送信コイル21から電力受信部1の受信コイル11に誘導的に電力が伝送される。受信コイル11にて受信された電力は整流回路15を介して負荷回路3へ供給される。

【0028】いま、電力搬送波の周波数に電力受信部1および電力送信部2の各共振回路が共振した状態で電力伝送が行われている状態とする。ここで、送信コイル21と受信コイル11間の距離1が変化すると、これら送受コイルの相互インダクタンスが変化し、これにより共振パラメータも変化する。共振パラメータが変化すると、電力搬送波の電圧レベルが小さくなり、この電圧レベルの変化が電力受信部1の電圧検出回路13で検出される。

【0029】電圧レベルが低下すると、容量制御回路14は、電圧検出回路13の出力を基に、その検出電圧レベルが最高値になるように可変コンデンサ12の容量を可変するとともに、可変コンデンサ22の容量を可変するためフィードバック信号をフィードバック信号送信回路19へ送出する。フィードバック信号を受けたフィードバック信号送信回路19は、該フィードバック信号を所定の周波数で変調して各共振回路を介してフィードバック信号受信回路29へ送信する。フィードバック信号受信回路29は、受信した変調信号を復調して、これを制御信号として可変コンデンサ22へ出力する。これに

より、可変コンデンサ22は電力受信部1の容量制御回路14によって制御されることになる。

【0030】上述のようにして、電力受信部1側の容量制御回路14は、電圧検出回路13にて検出された電圧レベルに基づいて、検出電圧レベルが最高値になるように可変コンデンサ12、22の容量を可変する。これにより、送受コイル11、21の相互インダクタンスが変化しても、常に電力搬送波の周波数に共振した状態で電力伝送を行うことができる。

【0031】本実施形態では、送信コイル17と受信コイル27における信号伝送は、送信コイル21と受信コイル11間で行われる誘導的な電力伝送と同じ原理で行われるが、これら送受コイル17、27と接続されるコンデンサ18、28は変調周波数に応じて所定の容量のものが用いられる。このようなフィードバック系では、共振パラメータが固定であるため、送受コイル17、27間の距離が変動すると、受信されるフィードバック信号の電圧レベルが変動することが予想されるが、この変動は刺激装置への電力の供給に直接影響するものではないので問題とはならない。しかも、フィードバック信号を受信する部分は体外に設けられる装置本体側に設けられるので、増幅回路など付加することができ、これによりフィードバック信号の電圧レベルの変動を回避することもできる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように構成される本発明によれば、送受コイルの相互インダクタンスの変化に応じてコイルの共振状態を制御することができるので、送受コイルの距離が変動しても、コイルの共振状態がくずれることがなく、安定した電力伝送を行うことができるという効果がある。

【0033】受信コイルにおける電圧レベルを検出し、該電圧レベルが常に最高値をとるように送受コイルの共振状態を制御する発明においては、より確実に受信コイルを電力搬送波の周波数で共振するようにでき、より安定的に電力伝送を行うことができるという効果がある。

【0034】本発明の電力伝送システムを備える電気刺激装置においては、体内に埋め込まれた刺激装置に安定して電力供給を行うことができるので、従来のような受信側コイルにおける受信電圧が低下して刺激装置などの負荷回路が動作しなくなるといった問題を防止でき、信頼性の高い電気刺激装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の電力伝送システムの概略構成を示すブロック図である。

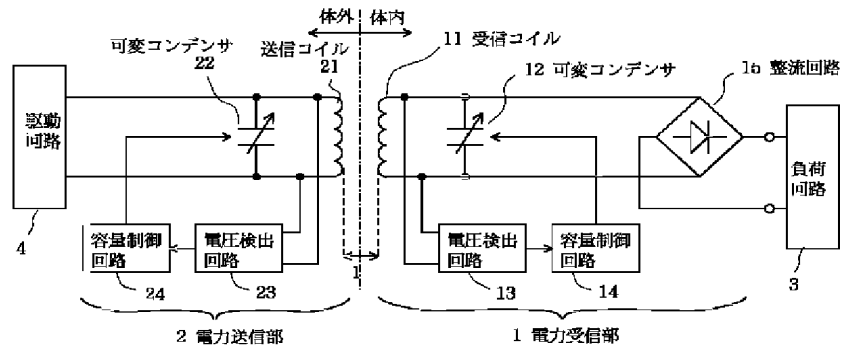
【図2】本発明の第2の実施形態の電力伝送システムの概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

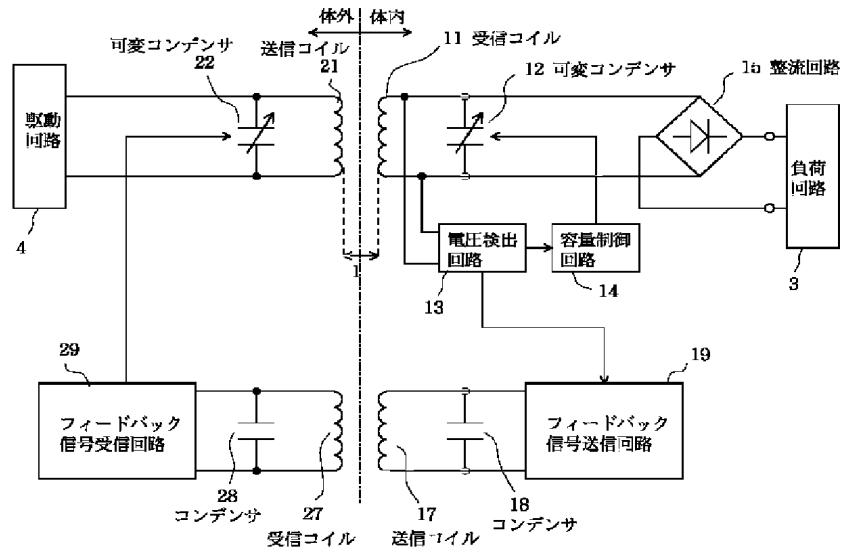
- 1 電力受信部
- 2 電力伝送部

- | | |
|----------------|------------------|
| 3 負荷回路 | 15 整流回路 |
| 4 駆動回路 | 17, 21 送信コイル |
| 11, 27 受信コイル | 18, 28 コンデンサ |
| 12, 22 可変コンデンサ | 19 フィードバック信号送信回路 |
| 13, 23 電圧検出回路 | 29 フィードバック信号受信回路 |
| 14, 24 容量制御回路 | |

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(71)出願人 392013648
 松木 英敏
 宮城県仙台市太白区八木山本町2-36-4

(72)発明者 石川 清一
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内